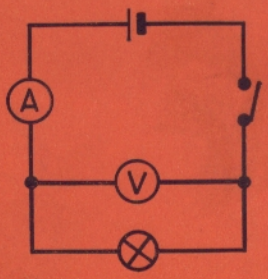
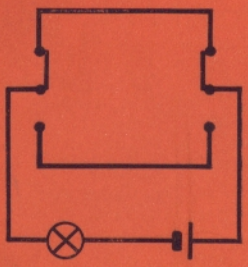
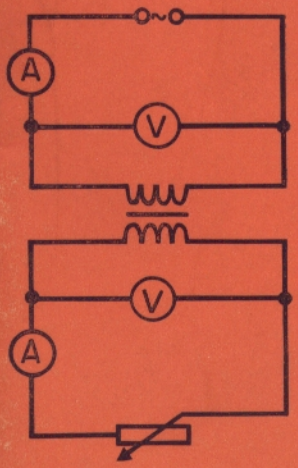






Schülerexperimentier-gerät

SEG

„ELEKTRIK“

Teilgerät des Systems physikalischer Schülerexperimentiergeräte

PAHL

ERWIN PAHL KG – BERLIN-WEISSENSEE

ANLEITUNG

zum Schülerexperimentiergerät

„ELEKTRIK“

verfaßt von Gerhard Heise
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Pädagogischen Institut Dresden

PAHL

ERWIN PAHL KG
BERLIN-WEISSENSEE, Heinersdorfer Straße 4–6

Schülerexperimentiergerät „Elektrik“

Das nach neuesten pädagogischen Erkenntnissen entwickelte Schülerexperimentiergerät „Elektrik“ ermöglicht es, alle in der Schule zum Stoffgebiet Elektrizitätslehre durchzuführenden Schülerexperimente in gleicher Front oder Praktikumsversuche zusammenzustellen. Darüber hinaus lassen sich mit ihm noch zahlreiche weitere Versuche ausführen.

Das SEG „Elektrik“ gehört als Teilgerät zum Gesamtsystem der physikalischen Schülerexperimentiergeräte. Seine Einzelteile sind, wie aus dem Verzeichnis derselben ersichtlich, mit den Teilen der anderen Experimentiergeräte abgestimmt. Besonders eng ist die Verbindung zu dem SEG „Halbleiter-Hochfrequenz“, so daß viele Einzelteile dieses Gerätes dort weiterhin Verwendung finden.

Das SEG „Elektrik“ gliedert sich in eine Grundausstattung und Ergänzungsteile. Während die Grundausstattung mit allen dazu erforderlichen Teilen, wie Glühlampen, Schalter, Widerstände, Spulen u.a., die Durchführung einer Vielzahl von Versuchen zum Gleich- und Wechselstromkreis ermöglicht, gestatten die Ergänzungsteile eine beträchtliche Erweiterung des Versuchsumfanges und damit eine maximale Nutzung des Gerätesatzes.

VERZEICHNIS DER EINZELTEILE

Grundausstattung

HF	1.	4	Grundbretter für Aufsteckteile
	2.	4	Abdeckplatten
			Aufsteckteile:
HF	3.	2	Lampenfassungen E 10
HF	4.	1	Widerstand 51 Ohm, 5 W
	5.	1	Widerstand 100 Ohm, 5 W
	6.	1	Kupferdraht 1 m ∅ 0,3 mm, 1 Ohm
	7.	1	Eisendraht 1 m ∅ 0,3 mm, 2 Ohm
	8.	3	Konstantandrähte 1 m ∅ 0,3 mm, 8 Ohm
HF	9.	1	Hebelschalter
HF	10.	1	Taste
HF	11.	1	Drehwiderstand 50 Ohm, 25 W
	12.	2	Isolierstiele
0	13.	2	T-Füße
	14.	1	Spule 250/250 Wdg.
HF	15.	1	Spule 750/250 Wdg.
K	16.	1	Blattfeder mit Isoliergriff
	17.	1	Kontaktspitze
	18.	1	Kontaktspitze mit Isolierklammer
HF	19.	1	U-Kern, geblättert
HF	20.	1	I-Kern, geblättert
	21.	2	Maniperm-Rundstabmagnete
	22.	1	Magnetnadelträger
	23.	1	Magnetnadel
	24.	1	Streuer für Eisenfeilspäne
	25.	1	Auflagebrett
HF	26.	1	Aufbewahrungsbrett für Verbindungsleitungen
HF	27.	6	Brückenstecker 40 mm
HF	28.	1	Satz Kleinteile:

2 Lampen 6 V, 0,1 A
2 Lampen 6 V, 0,4 A
1 Lampe 1,8 V, 0,2 A
1 Rolle Polreagenzpapier
2 m Sicherungsdraht

Ergänzungsteile

HF	29.	2	Grundbretter für Aufsteckteile
	30.	1	Lampenfassung E 10
HF	31.	1	Heißleiter
HF	32.	1	Hebelumschalter
	33.	1	Hebelschalter
HF	34.	1	Relais
	35.	2	Elementenhalter für Stabbatterie 1,5 V=
	36.	1	Satz Elektroden mit Klemmstücken: 2 x Blei, 1 x Kupfer, 1 x Zink, 1 x Eisen, 1 x Aluminium, 1 x Kohle
	37.	1	Halter für Elektroden

dazu:

1 Schülerstromversorgungsgerät

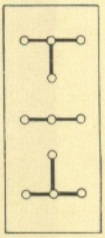
1 Schülervielfachmeßinstrument „Polyzet"

(Lieferant: Staatliches Kontor für Unterrichtsmittel und Schulmöbel, Leipzig)

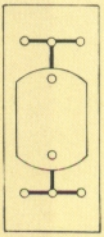
Erläuterung zur Spaltenangabe

Spalte 1: das Teil ist zum SEG „Halbleiter-Hochfrequenz" (HF) erforderlich

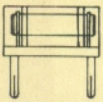
Spalte 2: das Teil wird mit dem SEG z. B. „Kalorik" (K), „Optik" (O) geliefert.



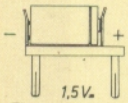
Grundbrett 3-buchsig



Grundbrett mit Abdeckplatte



Aufsteckteil mit Schutzkappe



Elementenhalter mit Stabbatterie

Beschreibung der Einzelteile

Die Grundbretter (Nr. 1) dienen als Träger für die Aufsteckteile und sind im Teil „Elektrik" und auch im Teil „Halbleiter-Hochfrequenz" verwendbar. Die Buchsen sind nach nebenstehender Skizze angeordnet und auf der Unterseite entsprechend dem aufgedruckten Schaltbild verdrahtet.
Bereits auf einem Grundbrett kann eine Reihen- oder Parallelschaltung von 2 Schaltelementen erfolgen.

Die Abdeckplatten (Nr. 2) werden vor dem Aufstecken der Schaltelemente untergelegt und verdecken die beiden seitlichen Buchsen. Dies sollte besonders im Anfangsunterricht erfolgen, damit dem Schüler nicht die Übersicht erschwert wird.

Die Aufsteckteile (Nr. 3 bis 10 und Nr. 30 bis 35) sind auf Steckbrettchen mit einem Steckerabstand von 40 mm aufgelötet bzw. aufgeschraubt. Die Widerstände sind durch eine durchsichtige Plastkappe geschützt.

Daten der einzelnen Schaltelemente:

3 Lampenfassungen E 10

1 Widerstand 51 Ohm, 5 W

1 Widerstand 100 Ohm, 5 W

1 Kupferdraht 1 m, ∅ 0,3 mm, 1 Ohm

1 Eisendraht 1 m, ∅ 0,3 mm, 2 Ohm

3 Konstantandrähte 1 m, ∅ 0,3 mm, 8 Ohm

2 Hebelschalter

1 Hebelumschalter

1 Taste (Kurzzeitschalter)

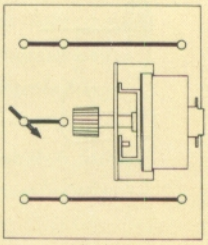
1 Heißleiter (24 V, 100 mA) Kaltwiderstand $R_{20°C}$ = (5,5 ± 1,5) kOhm

1 Relais, Betriebsspannung 7 . . . 12 V=, Anzugsstrom ≤ 18 mA, Haltestrom ≥ 15,5 mA

2 Elementenhalter für Stabbatterie 1,5 V=
Die Batterien 1,5 V= liefert der Hersteller nicht mit. Sie sind der Stabbatterie BCT 3 (2 x 1,5 V=) TGL 7487 zu entnehmen.

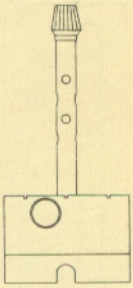
Der Drehwiderstand (Nr. 11) 50 Ohm, 50 W ist sowohl als Schaltelement als auch als Vorsatz zum Stromversorgungsgerät geeignet. Auf der Grundplatte sind übersichtlich die Anschlüsse für die Enden des Widerstandes und den veränderlichen Mittelabgriff angebracht.

Bei Verwendung als Vorsatz zum Stromversorgungsgerät wird der Drehwiderstand mit Verbindungskabeln an die Buchsen für Gleich- oder Wechselstrom angeschlossen, nachdem mit dem Wahlstecker die erforderliche Spannung gesteckt wurde. Dies ist aber nur erforderlich, wenn man genaue Spannungswerte erhalten will, oder bei Versuchsreihen mit konstanter Spannung die durch Auswechseln der Widerstände auftretende Spannungsänderung ausgleichen muß.



Drehwiderstand

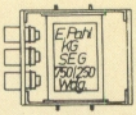
Die Isolierstiele (Nr. 12) ergeben mit den T-Füßen aus dem Teil „Optik" die bekannten Holtzschen Klemmen. Sie werden als Verzweigungspunkte (Versuch 1.18) und als Haltevorrichtung verwendet. Die Stiele sind am unteren Ende mit Isolierrohr überzogen, so daß sie auch in eine Universalmuffe eingespannt werden können.



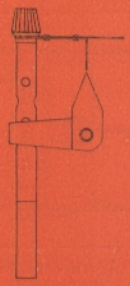
Holtzsche Klemme

Die Spule 250/250 Wdg. (Nr. 14) hat einen Gesamtwiderstand von ca. 4 Ohm. Die Belastbarkeit beträgt für pulsierenden Gleichstrom 5 W (z. B. 6 V⎓, 0,83 A). Kurzfristig (Kurzzeitbetrieb KB ⎓ 10 min.) darf die Belastung auf 10 W gesteigert werden. Es können wahlweise 250 oder 500 Windungen angeschlossen werden.

Die Spule 750/250 Wdg. (Nr. 15) hat einen Gesamtwiderstand von ca. 13 Ohm. Die Belastbarkeit beträgt für pulsierenden Gleichstrom 4 W (z. B. 6 V⎓, 0,67 A). Kurzfristig (KB ⎓ 10 min.) darf die Belastung auf 8 W gesteigert werden.



Spule 1000 Wdg.

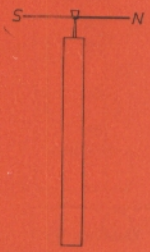


Isolierstiel mit Kontaktspitzen

Die Blattfeder mit Isoliergriff (Nr. 16) ist dem Teil „Kalorik" zu entnehmen. Sie besteht aus gewalztem Bimetall. Der Streifen kann mit dem Linealhalter (M) in einer Kreuzmuffe (M) oder im Schlitz des Isolierstieles festgeklemmt werden. Eine Telefonbuchse dient als Stromanschluß.

Die Kontaktspitze (Nr. 17) wird an den Isolierstab festgeklemmt. Die winklige Ausführung ermöglicht das Anbringen eines Kontaktes in allen erforderlichen Richtungen.

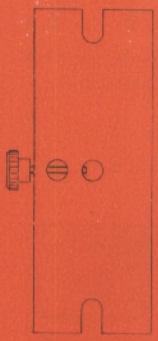
Die Kontaktspitze mit Isolierklammer (Nr. 18) kann als getrennter Gegenkontakt am Isolierstiel oder an beliebiges Stativmaterial angebracht werden.



Magnetnadelträger mit Magnetnadel

Die Maniperm-Rundstabmagnete (Nr. 21) sind für Schüler besonders leicht zu handhaben. Einen Hufeisenmagneten erhält man, indem beide Rundstabmagnete an den Stahlquader (M) angesetzt werden.

Der Magnetnadelträger (Nr. 22) kann in den T-Fuß oder in die Bohrungen des Auflagebrettes eingespannt werden. Um Verletzungen zu verhindern, ist auf die Stahlspitze stets ein Korken aufzustecken.



Auflagebrett

Das Auflagebrett (Nr. 25) wird zwischen die beiden Holtzschen Klemmen gelegt, um darauf Spulen und anderes aufzusetzen. Die beiden Bohrungen darin dienen:

Zum Einspannen des Magnetnadelträgers (Versuch 1.5),

zum Einspannen eines Isolierstieles (Klingel),

zum Einspannen des Rundtisches (O), um die Spulen und ähnliches in der Höhe variieren zu können.

Das Aufbewahrungsbrett für Verbindungsleitungen (Nr. 26) ist zur Aufnahme von Verbindungskabeln und Brückenstecker geeignet, um jeden Schülerarbeitsplatz mit Verbindungsleitungen übersichtlich zu versorgen. Ein Satz Verbindungskabel gehört nicht zum Gerät. Ist eine Anschaffung notwendig, sind zugentlastete, genügend federnde Stecker auszuwählen und ein Satz Kabel 6 Stück 15 cm lang, 4 Stück 30 cm lang und 2 Stück 100 cm lang zusammenzustellen.

Die Brückenstecker (Nr. 27), die vor allem im SEG-Halbleiter-Hochfrequenz zum Verbinden verwendet werden, sollten auch schon im SEG-Elektrik eingesetzt werden, wenn es zweckmäßig erscheint z. B. Versuch 1.7.

Die Kleinteile (Nr. 28) sind so zusammengestellt, daß sie als Experimentierzubehör ausreichen.

2 Lampen 6 V, 0,4 A zur allgemeinen Verwendung
2 Lampen 6 V, 0,1 A für Versuche mit geringen Stromstärken
1 Lampe 1,8 V, 0,2 A für Anschluß an Stabbatterie, an galvanische Elemente usw.
1 Rolle Polreagenzpapier zum Prüfen der Pole
2 m Sicherungsdraht ca. 1,5 A belastbar.

Weitere erforderliche Kleinteile – in der Geräteaufstellung mit (x) bezeichnet – wie Prüfstoffe (Versuch 1.3) und Drahtstücke (Versuch 1.3, 8.1, 8.4) sind aus Schulbeständen zu fertigen.

Der Satz Elektroden (Nr. 36) ist so zusammengestellt, daß er die wichtigsten Stoffe für die Durchführung elektrochemischer Versuche enthält. Jede Elektrode ist mit einem Klemmstück mit einer Bohrung zum Anschluß eines Verbindungskabels versehen.

Der Elektrodenhalter (Nr. 37) ist passend zum Becherglas 250 ml gefertigt. Er ist mit Schlitzen und Bohrungen versehen, so daß alle Elektroden gleichzeitig eingesetzt und beliebig vertauscht werden können (Versuch 8.2, 8.3).

Das Schülervielfachmeßgerät „Polyzet" ist ähnlich den modernen Vielfachmeßgeräten gestaltet. Lediglich der hier übliche Schalter zur Wahl der Meßbereiche ist durch einen Wahlstecker ersetzt. Dies erweist sich jedoch im Schulgebrauch als recht vorteilhaft. Soll z. B. ein Strom bis zu 2,5 A gemessen werden, so wird der Wahlstecker in die mit 2500 mA bezeichnete Federbuchse gedrückt.

Gleich- und Wechselstrom bzw. -spannung werden an der entsprechend gekennzeichneten Skala abgelesen. Die Skala ist in 50er-Teilung ausgeführt. Die Meßbereiche sind Teile oder Vielfache von fünf und können dadurch leicht umgerechnet werden.

Die Polung braucht nicht beachtet zu werden, der Zeiger schlägt immer nach rechts aus. Gleich- und Wechselströme werden in der gleichen Einstellung gemessen und nur an verschiedenfarbigen Skalen abgelesen.

Messen

Pol-bestimmung

In der Bodenplatte befindet sich ein Schiebeschalter, mit dem der Meßgleichrichter ausgeschaltet werden kann. Die Stellung des Schalters ist an dem im Fenster sichtbaren Symbol bzw. daran, daß der Schalter am roten Punkt (Meßspannung) oder am weißen Punkt (Polbestimmung) steht, erkenntlich. Bei ausgeschaltetem Meßgleichrichter schlägt dann der Zeiger – je nach Polung – nach rechts oder links aus. Für diesen Zweck ist der Zeiger mit Hilfe der Justierschraube auf den oberhalb der Skale befindlichen Punkt zu stellen. Es wird daran gearbeitet, bei späteren Serien den Zeiger bis zum Mittelpunkt verstellen zu können. Bei diesem Gebrauch sind nur Polbestimmungen und Vergleichsmessungen möglich. Die Zeigerausschläge entsprechen nicht den Skalenwerten! Da der Zeigerausschlag nach links eng begrenzt ist (etwa 10 Skalenteile) und der Innenwiderstand vermindert wurde, ist gegenüber dem zu erwartenden Wert ein etwa zehn mal größerer Meßbereich zu wählen.

Für den Gebrauch als Ohmmeter ist in das Batteriefach ein Stabelement 1,5 V⎓ EAaT-TGL 7487 einzusetzen. Es kann aber auch ein Elementenhalter seitlich angesteckt werden. Vor dem Messen schließt man die beiden Anschlußbuchsen kurz und dreht an dem seitlich befindlichen Potentiometerstellknopf, bis der Zeiger auf „O" der Widerstandsskale steht.

Meßbereiche:

Stromstärke	1 mA	10 mA	25 mA	100 mA	500 mA	2,5 A
Innenwiderstand/ Ohm	1000	100	40	10	2	0,4

Spannung	5 V	10 V	50 V
Innenwiderstand/kOhm	5	10	50

x ⎓ Wahlstecker in Buchse 10 mA

Meßfehler: $< 5\%$

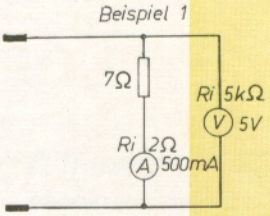
Widerstandsmessungen: 1 kOhm

Weitere Hinweise:

Zur Grundausstattung gehört nur ein Meßinstrument, die Anschaffung eines zweiten wird empfohlen. Bei gleichzeitiger Strom- und Spannungsmessung muß bei einigen Versuchen (z. B. Versuch 1.6, 1.7) beachtet werden, daß die Experimentierwiderstände sehr geringe Werte haben. Bei unzweckmäßiger Schaltung des Meßinstrumentes ergeben sich dabei grobe Meßwertfälschungen.

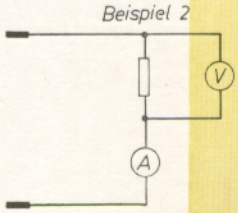
Beispiel 1 (unzweckmäßige Schaltung)

Der durch den Widerstand fließende Strom wird unverfälscht gemessen. Jedoch stellt das Meßinstrument im Vergleich zu dem Experimentierwiderstand selbst einen verhältnismäßig großen Widerstand dar. Die Spannung wird fälschlich über beiden Widerständen gemessen.



Beispiel 2 (zweckmäßige Schaltung)

Es wird die am Experimentierwiderstand liegende Spannung gemessen. Die Meßwertfälschung durch Mitmessen des durch das Voltmeter fließenden Stromes (1 mA) ist sehr gering.



Bedienungsanleitung zum Stromversorgungsgerät für Schüler

(DPZI-Registrier-Nr. 3803)

Das Stromversorgungsgerät für Schüler ist ein Teil des Systems physikalischer Schüler-Experimentiergeräte und dient der Stromversorgung am Arbeitsplatz der Schüler. Es wird vorwiegend zu Versuchen mit den Schüler-Experimentiergeräten „Elektrik" und „Optik" benötigt.

Das zweiteilige Gerät besteht aus **Grundgerät** SVG und **Zusatzgerät** SVZ und ist in Pultform ausgeführt. Diese Form ist für die Bedienung durch die Schüler besonders übersichtlich. Die zweiteilige Ausführung ist sowohl ökonomisch als auch methodisch vorteilhaft, weil für die unteren Klassen nur das Grundgerät benötigt wird.

Um unbefugtes Öffnen zu verhindern bzw. festzustellen, sind die Geräte plombiert.

Dem **Grundgerät** können entnommen werden:

Wechselspannung 0 . . . 12 V; max. 2 A belastbar
Gleichspannung 0 . . . 12 V; max. 1 A belastbar

Das vollständige Schaltschema ist unterhalb des Gerätes auf der Grundplatte aufgedruckt. Der Trafo mit getrennten Primär- und Sekundärwicklungen wird über Schukostecker an 220 V Wechselspannung angeschlossen. Im Primärstromkreis liegt der Netzschalter und ein Bimetall-Schalter, der vom Primärstrom erwärmt wird und bei Überlastung – bei ca. 35 W – automatisch abschaltet. Dabei erlischt auch die Kontrollampe, die parallel zur Primärwicklung liegt. Wird die Überlastung abgestellt, dann schaltet sich der Bimetall-Schalter wieder ein. Die Kontrollampe leuchtet auf und zeigt an, daß das Gerät wieder betriebsbereit ist. Eine weitere Thermosicherung befindet sich im Sekundärstromkreis. Sie ist erforderlich, um beim Arbeiten mit geringen Spannungen die Stromstärke auf etwa 3 A zu begrenzen und dient besonders zum Schutze des Gleichrichters.

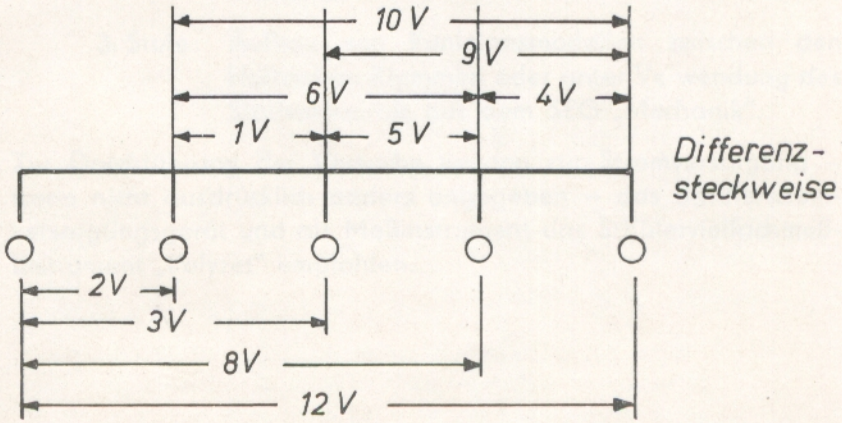
Die Gleichrichtung erfolgt über einen Selen-Gleichrichter in Graetz-Schaltung. Zur Glättung dient ein Kondensator. Der Transformator hat zusätzlich noch zwei Wicklungen für 42 V bzw. 10 V Wechselspannung, die zusammen mit der Spannung 6,3 V und der Erde über die 8-fach-Messerkontaktleisten dem Zusatzgerät zugeführt werden.

Das Schaltschema ist in vereinfachter Form auf der Frontplatte aufgedruckt.

Die Wahl der Spannung erfolgt durch zwei Bananenstecker an flexiblen Leitungen, die in zwei der vorhandenen Spannungsbuchsen 0 bis 12 V eingesteckt werden. Außer den angegebenen Spannungswerten können in Differenzsteckweise alle Zwischenwerte abgenommen werden (siehe Abb.). Der Anschluß der Verbraucher erfolgt an dem mit – und + bzw. mit ~ gekennzeichneten Buchsenpaar. Das zweite Buchsenpaar ist jeweils für Parallelanschluß z. B. eines Meßinstrumentes vorgesehen.

Die Belastung 1 A für Gleichspannung und 2 A für Wechselspannung gilt für Dauerbetrieb. Sie kann kurzfristig – besonders bei Wechselspannung – überschritten werden. Es sei hier noch der Hinweis gegeben, daß der Gleichrichter gegen Überbelastung empfindlicher ist als der Transformator. Deshalb sollte in den Fällen, wo Gleichspannung aus methodischen Gründen nicht unbedingt erforderlich ist, mit Wechselspannung gearbeitet werden, z. B. beim Betrieb der Experimentierleuchte.

Zur Feinregelung kann der Drehwiderstand aus dem Schüler-Experimentiergerät „Elektrik" vorgeschaltet werden.



Das **Zusatzgerät** wird zu Versuchen mit Elektronenröhren benötigt. Es wird über Messerleisten mit dem Grundgerät verbunden, von dessen Trafo die erforderlichen Betriebsspannungen entnommen werden. Für die Spannung 0 . . . 42 V ist im Grundgerät eine weitere Thermosicherung eingebaut, die dem Schutze des Potentiometers bei zu hoher Belastung dient. Im Gerät befinden sich nur die Potentiometer zur Regelung und Bauteile zur Gleichrichtung und Glättung des Stromes.

Auf der Frontplatte sind übersichtlich die Stellknöpfe und Abnahmebuchsen angebracht.

Es können entnommen werden:

1. Gleichspannung (Anodenspannung)
   0 . . . 42 V, stufenlos regelbar; max. mit 20 mA belastbar
2. Wechselspannung 0 . . . 42 V, stufenlos regelbar;
   max. mit 100 mA belastbar
3. Gleichspannung (Gitterspannung)
   0 . . . 10 V, stufenlos regelbar; max. mit 1 mA belastbar
4. Wechselspannung (Heizspannung)
   6,3 V mit max. 2 A belastbar

Sind andere Heizspannugen erforderlich, so können diese direkt am Grundgerät abgenommen werden.

Die unter 1) und 2) angegebenen Spannungen liegen im Leerlauf etwas höher.

BEMERKUNGEN ZUR ARBEIT MIT DEM GERÄTESATZ

Bei der Entwicklung dieses Schülerexperimentiergerätes wurde besonders darauf geachtet, daß folgende Prinzipien gewahrt wurden:

Selbständige Arbeitsweise der Schüler
Variierbarkeit der Versuchsanordnungen
Schöpferische Gestaltung durch die Schüler

Die Grundbretter können wahlweise mit den auf Steckerbrettchen angebrachten Schaltelementen besetzt werden. Dadurch verfügt man trotz weniger Grundbretter über eine größere Anzahl von Schaltelementen. Die Grundbretter bieten ausreichende Anschlußmöglichkeiten für Meßinstrumente, Parallelschaltungen u. ä. Die Verbindungen können sowohl mit Kabeln als auch mit Brückensteckern hergestellt werden. Nach den vorstehenden Grundprinzipien bieten sich folgende Arbeitsmöglichkeiten:

1. Stufe: Grundbretter mit abgedeckten Mittelanschlüssen und aufgesetztem Schaltelement.
Schaltung nach Anordnung in der Schaltskizze.

2. Stufe: Schaltung von mehreren Elementen auf einem Grundbrett.
Freie Anordnung der Grundbretter und Schaltelemente.

3. Stufe: Aufbau von Funktionsmodellen zwischen den Holtzschen Klemmen oder unter Verwendung des Stativmaterials aus dem SEG „Mechanik".

Zur Durchführung der Versuche werden zur Stromversorgung – wenn nicht ausdrücklich anders angegeben – das Schülerstromversorgungsgerät und als Meßinstrument das Schülervielfachmeßinstrument „Polyzet" empfohlen.

HINWEISE ZU DEN VERSUCHSANLEITUNGEN

Die nachstehenden Versuche stellen nur eine Auswahl dar. Es wurden nur solche ausgewählt, die als Schülerexperiment besonders geeignet erscheinen. Grundsätzlich können mit dem Gerät jedoch fast alle in der einschlägigen Literatur beschriebenen Versuche – soweit nicht spezielle Geräte erforderlich sind – zum Teil in abgewandelter Form ausgeführt werden.

Der Aufgabe dieses Anleitungsheftes entsprechend, dem Lehrer eine Orientierung über die Versuchsmöglichkeiten und den grundsätzlichen -aufbau zu geben, wurden für jeden Versuch nur die erforderlichen Teile aufgeführt und der Aufbau durch eine Schaltskizze oder eine schematische Darstellung aufgezeigt. Nur in einzelnen Fällen erschien es notwendig, einige Bemerkungen zur Versuchsdurchführung zu geben. Sie finden die hier ausgewählten und weitere Versuche u. a. in nachstehender Literatur ausführlich beschrieben:

1. Girke-Sprockhoff: Physikalische Schulversuche, Teil VI und IX
2. DPZI: Lehrmittel für den Physikunterricht, Mappe I und II
3. MfV: Verbindliche Schülerübungen für den Physikunterricht
4. VWV: Lehrbücher für den Physikunterricht, Klasse 6–10
5. VWV: Unterrichtshilfen für den Physikunterricht, Klasse 6 (für weitere Klassen in Vorbereitung)
6. VWV: Fachzeitschrift: „Physik in der Schule"

Bemerkungen:

Bei den Aufzählungen der erforderlichen Geräte wurden folgende Kennzeichen verwendet:

(x) . . . aus Schulbeständen zu entnehmen, z. B. Kupferdraht (x)
(K) . . . aus dem entsprechenden SEG des Systems zu entnehmen
(K) = Kalorik, (M) = Mechanik, (O) = Optik

Die Schaltskizzen sind halbschematisch dargestellt. Auf den Grundbrettern sind diejenigen Buchsen durch einen ausgefüllten Kreis gekennzeichet, die durch Stecker besetzt werden.

VERZEICHNIS DER VERSUCHE

1. **Der Gleichstromkreis**

1.1 Unverzweigter Stromkreis
1.2 Schaltung von Strom- und Spannungsmesser
1.3 Elektrische Leitfähigkeit von festen Körpern und Flüssigkeiten
1.4 Nachweis der Polarität einer Gleichspannungsquelle
1.5 Untersuchen der Stromrichtung
1.6 Das Ohmsche Gesetz
1.7 Das Widerstandsgesetz
1.8 Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur
1.9 Bestimmen von Widerständen
1.10 Gruppenschaltung mit Doppelkippschalter
1.11 Wechselschaltung
1.12 Reihenschaltung von Glühlampen oder Widerständen
1.13 Stromstärke und Spannung im unverzweigten Stromkreis
1.14 Widerstand als Stromregler
1.15 Widerstand als Spannungsteiler
1.16 Meßbereichserweiterung eines Spannungsmessers
1.17 Parallelschaltung von Glühlampen oder Widerständen
1.18 Stromstärke und Spannung im verzweigten Stromkreis
1.19 Meßbereichserweiterung eines Strommessers
1.20 Wärmewirkung des Stromes
1.21 Lichtwirkung einer glühenden Wendel
1.22 Schmelzsicherung
1.23 Modell eines Regler-Bügeleisens
1.24 Dreistufen-Heizplatte

2. **Elektrische Arbeit und Leistung**

2.1 Abhängigkeit der Leistung von der Spannung und der Stromstärke
2.2 Bestimmen der Leistung durch Messen von Spannung und Stromstärke
2.3 Leistungsminderung beim Verringern der Spannung

3. **Der Permanentmagnet**

3.1 Magnetische und unmagnetische Stoffe
3.2 Eigenschaften eines Magneten
3.3 Feldlinienbilder

4. **Elektromagnetische Wirkung**

4.1 Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule
4.2 Nord- und Südpol einer stromdurchflossenen Spule
4.3 Meßreihe zur magnetischen Kraftwirkung
4.4 Elekromagnet
4.5 Klopfer-Telegraf
4.6 Klingel (Wagnerscher Hammer)
4.7 Relais aus Aufbauteilen
4.8 Umschaltrelais
4.9 Verwenden eines industriell gefertigten Relais
4.10 Magnetische Sicherung
4.11 Telefon – Mikrofon

5. **Elektrische Meßgeräte**

5.1 Tauchkernamperemeter
5.2 Dreheisenamperemeter
5.3 Drehspulamperemeter

6. **Induktion**

6.1 Abhängigkeit der Induktionsspannung
6.2 Selbstinduktion beim Einschaltvorgang
6.3 Selbstinduktion beim Abschaltvorgang

7. **Transformatoren**

7.1 Aufwärts-Transformator
7.2 Abwärts-Transformator
7.3 Abhängigkeit der Leistung eines Transformators von der Belastung
7.4 Spartransformator

8. **Chemische Wirkung**

8.1 Leitfähigkeit wässriger Lösungen
8.2 Aufbau galvanischer Elemente
8.3 Elektrochemische Spannungsreihe
8.4 Verkupfern eines Nagels
8.5 Parallel- und Reihenschaltung von Elementen
8.6 Laden und Entladen eines Blei-Akkumulators

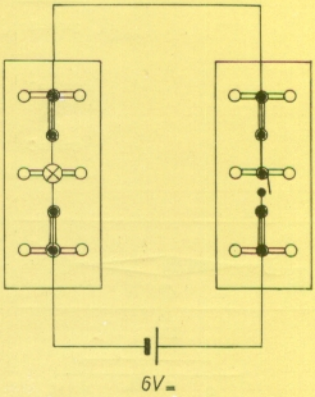
9. **Der Wechselstromkreis**

9.1 Der induktive Widerstand
9.2 Abhängigkeit des induktiven Widerstandes

1. Der Gleichstromkreis

1.1 Unverzweigter Stromkreis

1 Spannungsquelle
2 Grundbretter
1 Glühlampe 6 V, 0,4 A
1 Hebelschalter
Satz Verbindungsleiter



1.2 Schaltung von Strom- und Spannungsmesser

Geräte wie unter 1.1 dazu
2 Meßinstrumente (10 V, 100 mA)

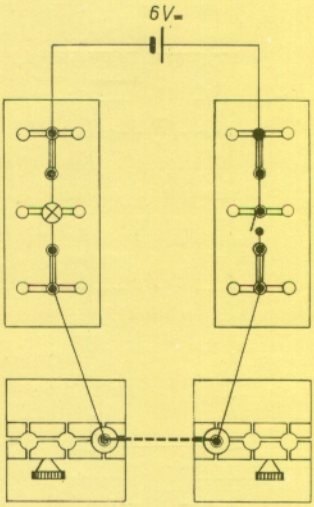
1.3 Elektrische Leitfähigkeit von festen Körpern und Flüssigkeiten

1 Spannungsquelle
2 Grundbretter
1 Taste
1 Glühlampe 6 V
2 T-Füße (0)
2 Isolierstiele
Satz Verbindungsleiter

Prüfmaterial: (x)

Drähte
Fäden
Streifen aus Plast
Karton u. a.
1 Becherglas 100 ml
2 Drahtstücke
Kochsalzlösung
Essig u. ä.

Bemerkung: Leitfähigkeit von Flüssigkeiten vergleiche Versuch 8.1.



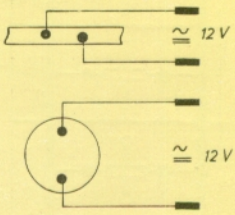
1.4 Nachweis der Polarität einer Gleichspannungsquelle

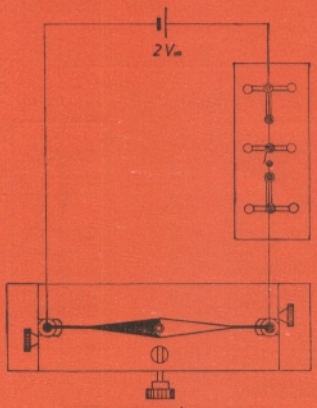
1 Spannungsquelle
Satz Verbindungsleiter

a) Polreagenzpapier oder Kartoffelscheibe

b) Spannung 2 V⎓, Nachweis mittels eines Meßinstrumentes, Polyzet umgeschaltet auf Polbestimmung (Spannungswahlstecker 50 V)

c) Anlegen einer Wechselspannung





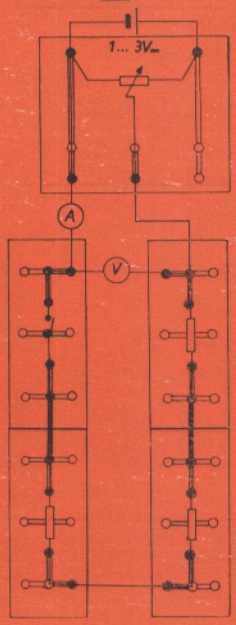
1.5 Untersuchen der Stromrichtung

1 Spannungsquelle
1 Grundbrett
1 Taste
2 T-Füße (O)
2 Isolierstiele
1 Auflagebrett
1 Magnetnadelträger
1 Magnetnadel
Satz Verbindungsleiter
1 Kupferdraht (x)

a) Magnetnadel unter dem Leiter

b) Magnetnadel über dem Leiter

Bemerkung: Stromkreis nur kurzzeitig schließen

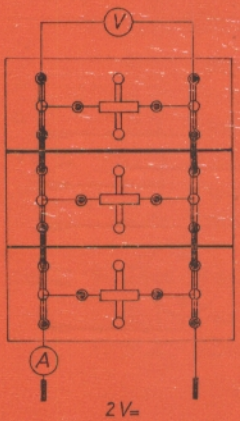


1.6 Das Ohmsche Gesetz

$$I = \frac{U}{R}$$

1 Spannungsquelle
1 Drehwiderstand
4 Grundbretter
1 Taste
3 Konstantandrähte
2 Meßinstrumente (5 V, 500 mA)
Satz Verbindungsleiter

R = const (8 Ohm)			U = const (2 V=)		
U / V	I / mA	R / Ohm	I / mA	R / Ohm	U / V
1	115	8,7	75	3fach	1,8
2	230	8,7	230	1fach	1,8
3	350	8,6	115	2fach	1,8



1.7 Das Widerstandsgesetz

$$R = \varrho \frac{l}{A}$$

1 Spannungsquelle
1 Drehwiderstand
4 Grundbretter
1 Taste
1 Kupferdraht
1 Eisendraht
3 Konstantandrähte
2 Meßinstrumente (5V, 100 mA; 500 mA)
Satz Verbindungsleiter

Abhängigkeit des Widerstandes:

von der Länge	1...3 Konstantandrähte hintereinander
vom Querschnitt	1...3 Konstantandrähte parallel
vom Material	nacheinander Kupfer-, Eisen-, Konstantandraht

1.8 Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur

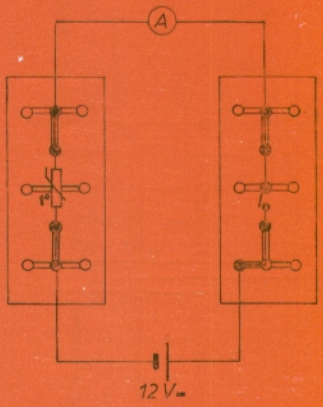
1 Spannungsquelle
2 Grundbretter
1 Hebelschalter
1 Heißleiter
1 Glühlampe 6 V, 0,4 A
1 Meßinstrument (10 mA; 500 mA)
Satz Verbindungsleiter

a) mit Heißleiter

b) mit Glühlampe

Bemerkung: Beim Heißleiter genügt ein Anfassen mit den Fingern, um ein Ansteigen der Stromstärke zu erreichen.

An der Glühlampe wird die Spannung stufenweise erhöht. Die Lampe erwärmt sich fühlbar. Der Quotient aus Spannung und Stromstärke wird mit steigender Temperatur größer.



U = 12 V=

Temperatur	I / mA	R / kOhm
≈ 18°C	3,3	3,6
≈ 35°C	2,2	5,5

1.9 Bestimmen von Widerständen

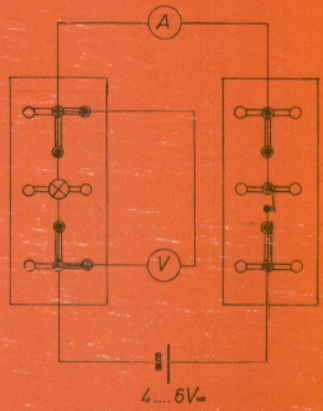
1 Spannungsquelle
2 Grundbretter
1 Taste
2 Meßinstrumente (10 V, 500 mA)
Satz Verbindungsleiter
Widerstände s. Tabelle

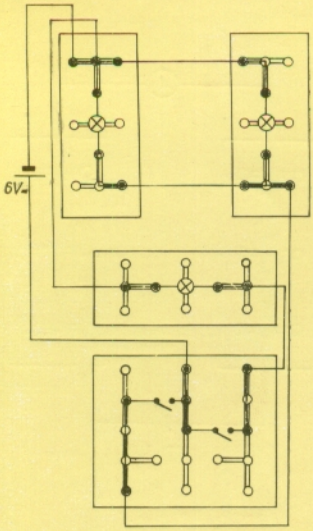
a) durch Strom- und Spannungsmessung

Gegenstand	U / V	I / mA	R / Ohm
Glühlampe 6 V, 0,4 A			
Glühlampe 6 V, 0,1 A			
Spule 250/250 Wdg.			
Spule 750/250 Wdg.			
Heizwendel (x)			
. . . . .			
menschlicher Körper			

U / V	I / mA	R / Ohm
2		
4		
6		

b) durch direkte Widerstandsmessung mit Ohmmeter (siehe Beschreibung des Meßinstrumentes)



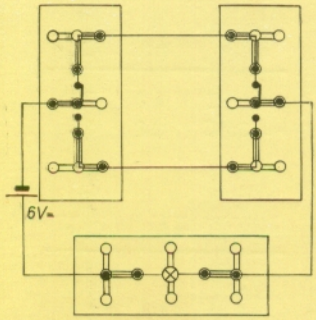


1.10 Gruppenschaltung mit Doppelkippschalter

1 Spannungsquelle
3 Grundbretter
2 Glühlampen 6V, 0,1A
1 Glühlampe 6 V, 0,4 A
1 Grundbrett 5-buchsig (HF)
2 Hebelschalter
Satz Verbindungsleiter

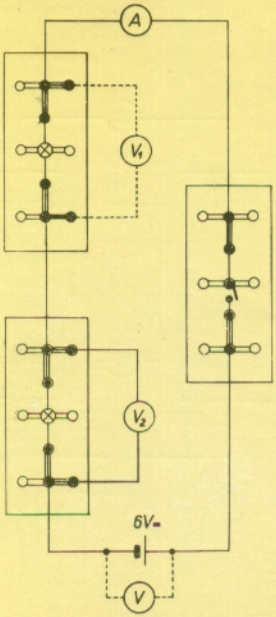
1.11 Wechselschaltung (2 Gruppen)

1 Spannungsquelle
3 Grundbretter
1 Glühlampe 6 V, 0,4 A
2 Hebelumschalter
Satz Verbindungsleiter



1.12 Reihenschaltung von Glühlampen oder Widerständen

1 Spannungsquelle
3 Grundbretter
1 Hebelschalter
2 Meßinstrumente (10V, 500mA; 100mA)
Satz Verbindungsleiter
2 Glühlampen 6V, 0,4A
oder
2 Konstantandrähte
oder
1 Widerstand 51 Ohm
1 Widerstand 100 Ohm



1.13 Stromstärke und Spannung im unverzweigten Stromkreis

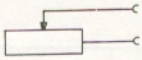
Geräte wie unter 1.12

$$I = I_1 = I_2 = \ldots I_n$$

$$U = U_1 + U_2 + \ldots U_n$$

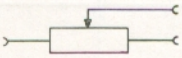
1.14 Widerstand als Stromregler

1 Spannungsquelle	1 Glühlampe 6 V, 0,1 A
1 Drehwiderstand	1 Meßinstrument (100 mA)
2 Grundbretter	Satz Verbindungsleiter
1 Hebelschalter	



1.15 Widerstand als Spannungsteiler

Geräte wie unter 1.14



1.16 Meßbereichserweiterung eines Spannungsmessers

1 Spannungsquelle	1 Widerstand 1 . . . 10 kOhm (HF)
1 Drehwiderstand	1 Meßinstrument (1 V)
1 Grundbrett	

Bemerkung: Der Spannungsmesser wird mit dem Grundmeßbereich 1 V an die Spannungsquelle angeschlossen. Mit dem Drehwiderstand wird eine Spannung von 1 V – Vollausschlag – eingestellt. Schaltet man den Widerstand vor das Meßinstrument, so geht der Zeiger auf einen entsprechenden Skalenstrich zurück.

1.17 Parallelschaltung von Glühlampen oder Widerständen

1 Spannungsquelle	2 Glühlampen 6V, 0,4A
3 Grundbretter	1 Glühlampe 6 V, 0,1 A
1 Hebelschalter	2 Konstantandrähte
1 Meßinstrument (2,5 A; 500 mA)	1 Widerstand 51 Ohm
	1 Widerstand 100 Ohm
1 Eisendraht	Satz Verbindungsleiter

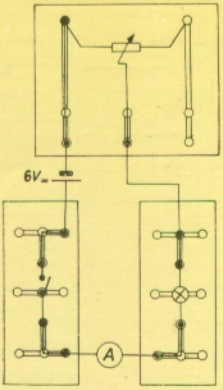
a) gleiche Widerstände:

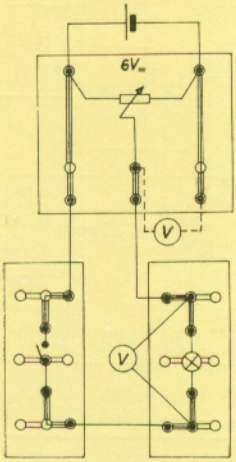
2 Glühlampen 6V, 0,4A	oder 2 Konstantandrähte

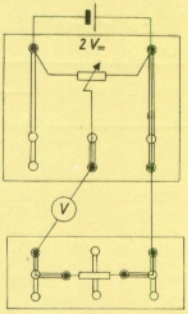
b) ungleiche Widerstände:

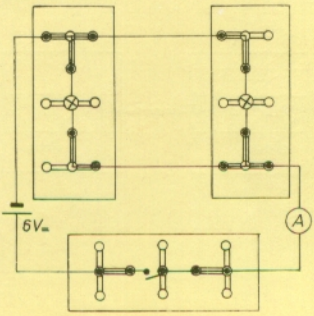
1 Glühlampe 6 V, 0,4 A	1 Konstantandraht
1 Glühlampe 6 V, 0,1 A oder	1 Eisendraht oder 1 Widerstand 100 Ohm 1 Widerstand 51 Ohm

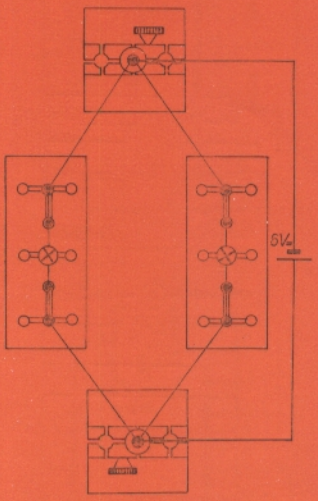
Bemerkung: Bei der Verwendung der Konstantandrähte und des Eisendrahtes ist eine Spannung von 1 V zu wählen.











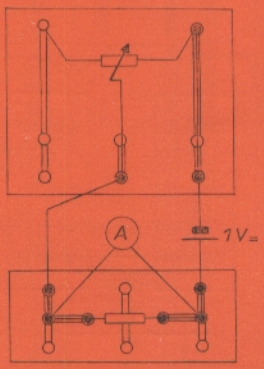
1.18 Stromstärke und Spannung im verzweigten Stromkreis

Geräte wie unter 1.17 dazu

2 T-Füße (O)
2 Isolierstiele

$$U = U_1 = U_2 = \ldots U_n$$

$$I = I_1 + I_2 + \ldots I_n$$



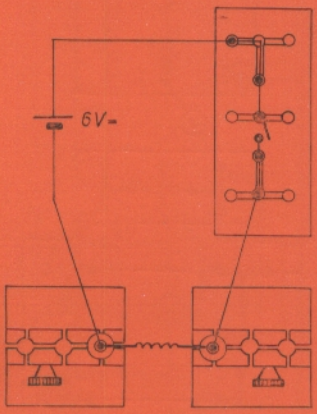
1.19 Meßbereichserweiterung eines Strommessers

1 Spannungsquelle
1 Drehwiderstand
1 Grundbrett

1 Widerstand 51 Ohm oder
1 Konstantandraht
1 Meßinstrument (1mA)
Satz Verbindungsleiter

Bemerkung: Das Meßgerät wird mit dem Grundmeßbereich 1 mA in den Stromkreis geschlossen. Mit dem Drehwiderstand wird die Stromstärke auf 1 mA – Vollausschlag – eingestellt.

Schaltet man den Widerstand parallel, so geht der Zeiger auf einen entsprechenden Skalenstrich zurück.



1.20 Wärmewirkung des Stromes

1 Spannungsquelle
2 Isolierstiele
2 T-Füße (O)
1 Grundbrett

1 Hebelschalter
1 Heizwendelstück (x)
Satz Verbindungsleiter

1.21 Lichtwirkung einer glühenden Wendel

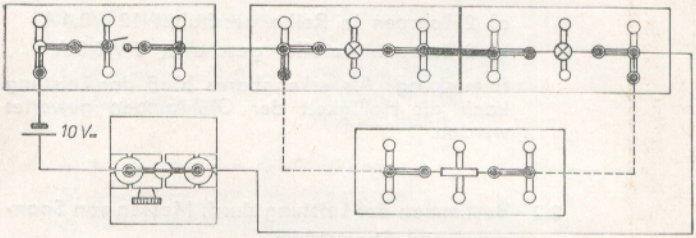
Geräte wie unter 1.20

Bemerkung: Der Draht wird über einen Achszapfen (M) zu einer Wendel gewickelt, so daß die Windungen eng beieinander liegen.

1.22 **Schmelzsicherung**

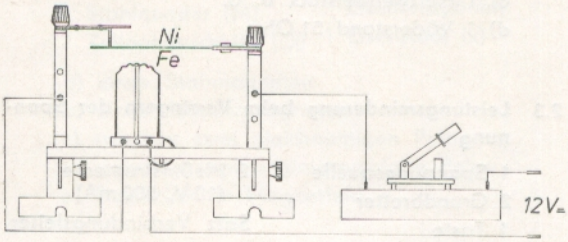
1 Spannungsquelle
4 Grundbretter
1 Taste
2 Glühlampen 6V, 0,4A
1 Eisendraht
1 T-Fuß (O)
2 Isolierstiele
1 Stck. Sicherungsdraht
Satz Verbindungsleiter

Bemerkung: Der Stromkreis wird nach der Schaltskizze aufgebaut. Das Sicherungsdrähtchen bleibt ganz, wenn die Lampen eingeschaltet sind. Es schmilzt durch, sobald der Eisendraht parallel geschaltet wird.



1.23 **Modell eines Regler-Bügeleisens**

1 Spannungsquelle
2 Isolierstiele
2 T-Füße (O)
1 Heizwendel (K)
1 Hebelschalter
1 Blattfeder (Bimetall)
1 Kontaktspitze
1 Auflagebrett
1 Linealhalter (M)
Satz Verbindungsleiter

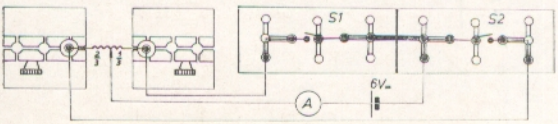


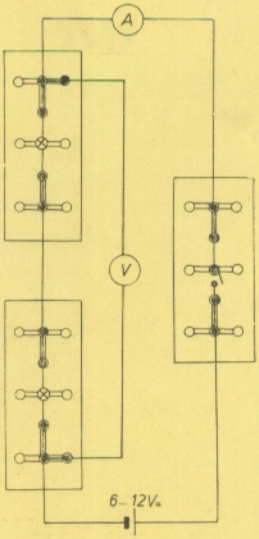
1.24 **Dreistufen-Heizplatte**

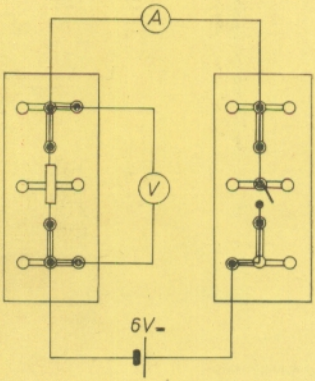
1 Spannungsquelle
2 Isolierstiele
2 T-Füße (O)
2 Grundbretter
1 Meßinstrument (2,5 A)
1 Heizwendelstück (x)
2 Hebelschalter
Satz Verbindungsleiter

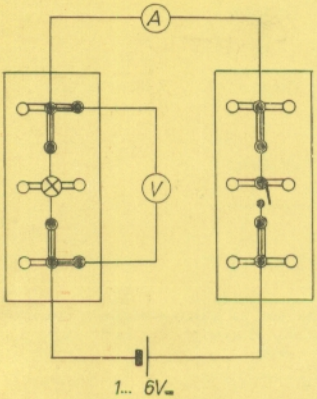
Stufe 1: kleine Wendel, Schalter 1 geschlossen
Stufe 2: große Wendel, Schalter 2 geschlossen
Stufe 3: beide Wendel, Schalter 1 und 2 geschlossen

Bemerkung: Stehen 2 Hebelschalter nicht zur Verfügung, so werden Verbindungskabel verwendet.









2. Elektrische Arbeit und Leistung

2.1 Abhängigkeit der Leistung von der Spannung und der Stromstärke

1 Spannungsquelle
3 Grundbretter
2 Glühlampen 6V, 0,4A
2 Meßinstrumente (50 V, 10 V; 500 mA; 2,5 A)
1 Hebelschalter
Satz Verbindungsleiter

a) 2 Lampen in Reihe geschaltet 12 V/0,4 A
b) 2 Lampen parallel geschaltet 6 V/0,8 A

Bemerkung: Als erkennbares Maß der Leistung kann die Helligkeit der Glühlampen gewertet werden.

2.2 Bestimmen der Leistung durch Messen von Spannung und Stromstärke

1 Spannungsquelle
2 Grundbretter
1 Hebelschalter
2 Meßinstrumente (10 V, 500 mA; 2,5 A)
Satz Verbindungsleiter

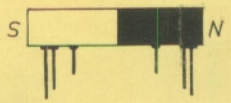
a) 1 Glühlampe 6 V, 0,4 A
b) 1 Glühlampe 6 V, 0,1 A
c) 1 Heizwendelstück o. ä.
d) 1 Widerstand 51 Ohm

2.3 Leistungsminderung beim Verringern der Spannung

1 Spannungsquelle
2 Grundbretter
1 Taste
1 Glühlampe 6 V, 0,4 A
2 Meßinstrumente (10 V, 500 mA)
Satz Verbindungsleiter

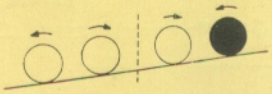
U / V	I / A	P / W	Leistungsminderung im Vergleich zur Nennspannungsverringerung: Spannungs-	Leistungs-Verhältnis
6	0,4	2,4	1:1	1:1
5				
4				
3	0,2	0,6	1:2	1:4
2				
1				

3. Der Permanentmagnet



3.1 Magnetische und unmagnetische Stoffe

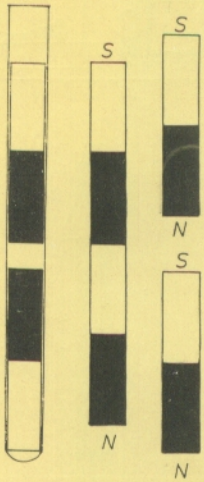
1 Rundstabmagnet
Prüfstoffe: Nägel, Nadeln, Drähte u. ä. (x)



3.2 Eigenschaften eines Magneten

2 Rundstabmagnete
1 Reagenzglas
1 Magnetnadelträger
1 Magnetnadel
1 T-Fuß (O)
Nägel, versch. Größen (x)
Stahldraht (x) (Stricknadel)

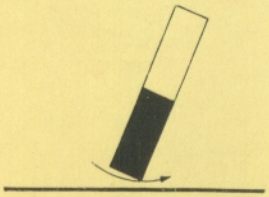
a) Verteilung der Kraftwirkung
b) Verhalten der Pole zueinander
c) Teilen eines Magneten
d) Magnetisieren eines Stahldrahtes
e) Ermitteln der Nord-Süd-Richtung

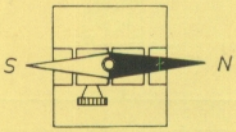


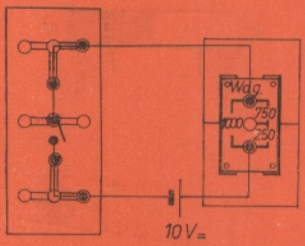
3.3 Feldlinienbilder

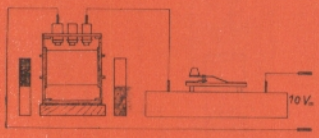
2 Rundstabmagnete
1 Stahlquader (M)
1 Zellophanscheibe (O)
1 Streuer mit Eisenfeilspänen
1 Eisenstück (x)

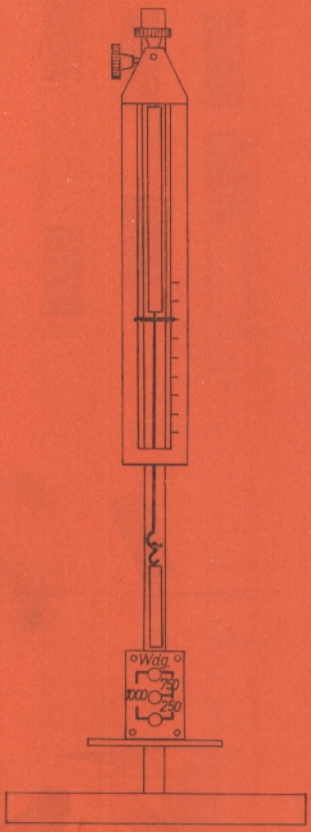
a) eines Stabmagneten
b) eines Hufeisenmagneten
c) zwischen zwei gleichnamigen Polen
d) zwischen zwei ungleichnamigen Polen
e) Eisenstück im Magnetfeld











4. Elektromagnetische Wirkung

4.1 Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 Grundbrett
1 Taste
1 Kartonstreifen (x)
1 Streuer m. Eisenfeilspänen
Satz Verbindungsleiter

4.2 Nord- und Südpol einer stromdurchflossenen Spule

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 Grundbrett
1 Taste
2 Rundstabmagnete
Satz Verbindungsleiter

Bemerkung: Man stellt die Magnete vor die Spulenöffnungen. Sie werden abgestoßen bzw. angezogen, wenn an den Spulenseiten gleichnamige bzw. ungleichnamige Pole entstehen.

4.3 Meßreihe zur magnetischen Kraftwirkung

1 V-Fuß
1 Stativstab, 50 cm
2 Universalmuffen
1 Federwaage
1 Stahlquader
1 Achszapfen
1 S-Haken
1 Diahalter (O)
Satz Verbindungsleiter
(M)
1 Spannungsquelle
1 Drehwiderstand
1 Spule 1000 Wdg.
1 Spule 500 Wdg.
1 Meßinstrument (2,5 A; 500 mA)
1 Grundbrett
1 Taste
1 I-Kern
1 dünner Nagel als I-Kern Halterung (x)

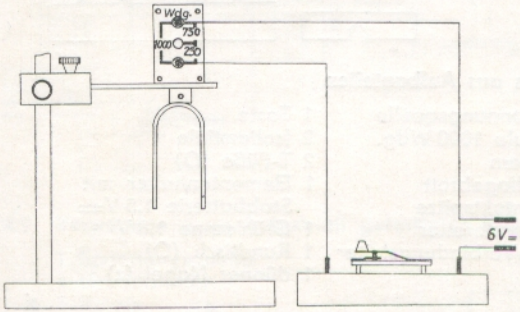
abhängig von	$\frac{I}{A}$	$\frac{F}{p}$
a) Stromstärke	0,25	
Spule 500 Wdg.	0,5 u. 0,75	
b) Windungszahl		
Spule 250 Wdg.	0,5 A	
500 Wdg.		
1000 Wdg.		
c) Spulenlänge		
Spule 500 Wdg.	0,5 A	
2 Spulen 250 Wdg. übereinander		
d) Eisenkern		
Spule 500 Wdg. mit Eisenkern	0,5 A	

Bemerkungen: Bei den Versuchen a) – d) wird die Stromstärke durch den Drehwiderstand geregelt (siehe Versuch 1.14). Bei den Versuchen a) – c) ist die Federwaage so aufzuhängen, daß sich der Stahlquader unmittelbar über der Spulenöffnung befindet.
Beim Versuch d) ist der Spulenkörper, nachdem der Stahlquader vom Eisenkern angezogen wurde, soweit zu senken, bis der Stahlquader abreißt.

4.4 Elektromagnet

1 Spannungsquelle
1 V-Fuß (M)
1 Stativstab, 50 cm (M)
1 Universalmuffe (M)
1 Stahlquader (M)
1 Krampe (M)
1 Diahalter (O)
1 Holzspan (x)
1 Spule 1000 Wdg.
1 I-Kern
1 Grundbrett
1 Taste
Satz Verbindungsleiter

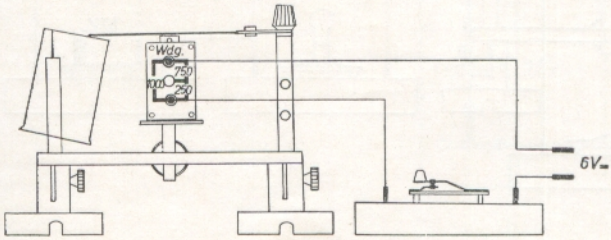
Bemerkung: Der I-Kern wird mit einem Holzspan im Spulenkörper festgeklemmt, so daß er unten etwa 2 cm herausragt.



4.5 Klopfer–Telegraf

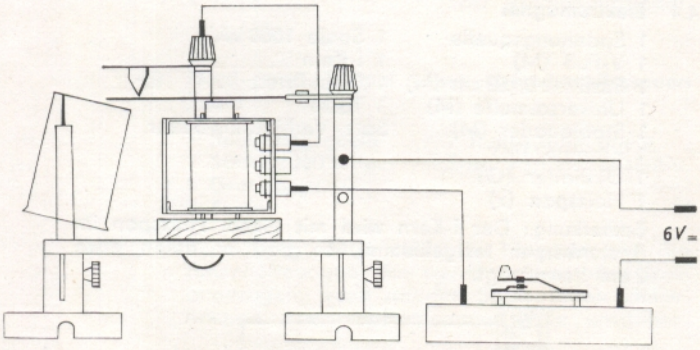
1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 I-Kern
1 Grundbrett
1 Taste
1 Auflagebrett
Satz Verbindungsleiter
1 Magnetnadelträger
1 Isolierstiel
2 T-Füße (O)
1 Rundtisch (O)
1 Blattfeder (K)
1 Becherglas
1 dünner Nagel (x)

Bemerkung: Der dünne Nagel wird durch den Niet des I-Kernes gesteckt, so daß der I-Kern aus dem Spulenkörper herausragt.



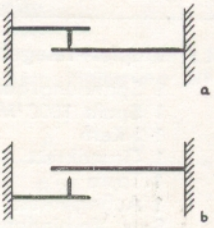
4.6 Klingel (Wagnerscher Hammer)

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 I-Kern
1 Grundbrett
1 Taste
1 Auflagebrett
1 Kontaktspitze
Satz Verbindungsleiter
1 Magnetnadelträger
2 Isolierstiele
2 T-Füße (O)
1 Rundtisch (O)
1 Becherglas
1 Blattfeder (K)
1 dünner Nagel (x)

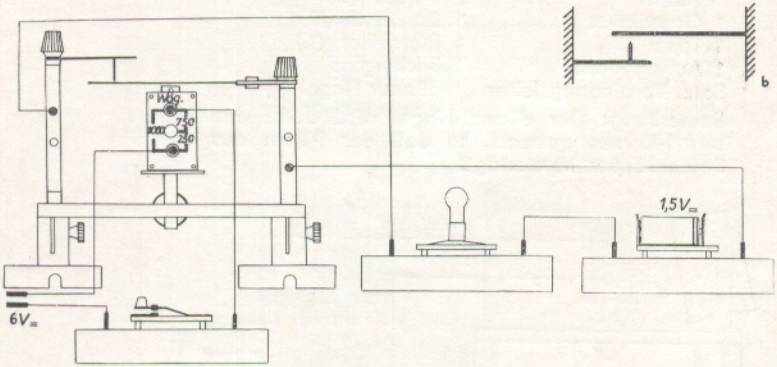


4.7 Relais aus Aufbauteilen

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 I-Kern
1 Auflagebrett
1 Kontaktspitze
3 Grundbretter
Satz Verbindungsleiter
1 Taste
2 Isolierstiele
2 T-Füße (O)
1 Elementenhalter mit Stabbatterie 1,5 V=
1 Glühlampe 1,8 V
1 Rundtisch (O)
1 dünner Nagel (x)

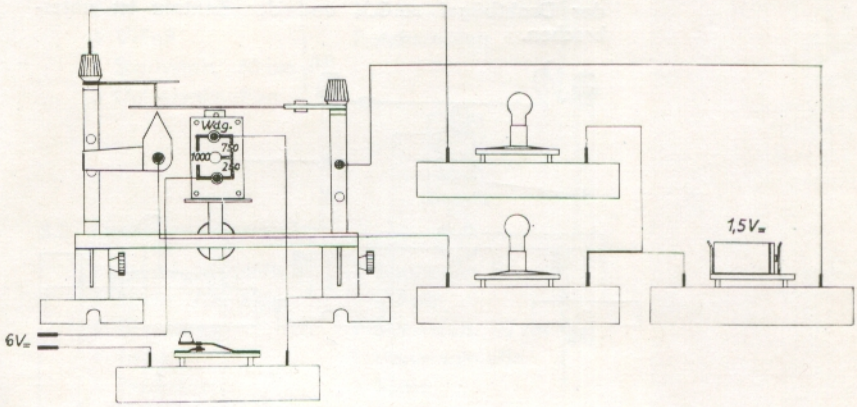


a) Ruhestromkontaktrelais
b) Arbeitsstromkontaktrelais



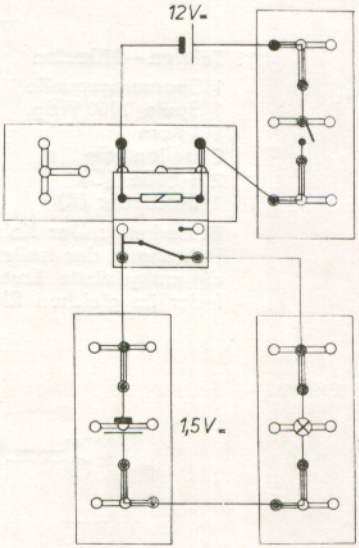
4.8 Umschaltrelais

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 I-Kern
1 Auflagebrett
1 Kontaktspitze
1 Kontaktspitze mit Isolierklammer
4 Grundbretter
1 Taste
2 Isolierstiele
2 T-Füße (O)
1 Elementenhalter mit Stabbatterie 1,5 V⎓
2 Glühlampen 1,8 V
1 Rundtisch (O)
1 Blattfeder (K)
1 dünner Nagel (x)
Satz Verbindungsleiter



4.9 Verwenden eines industriell gefertigten Relais

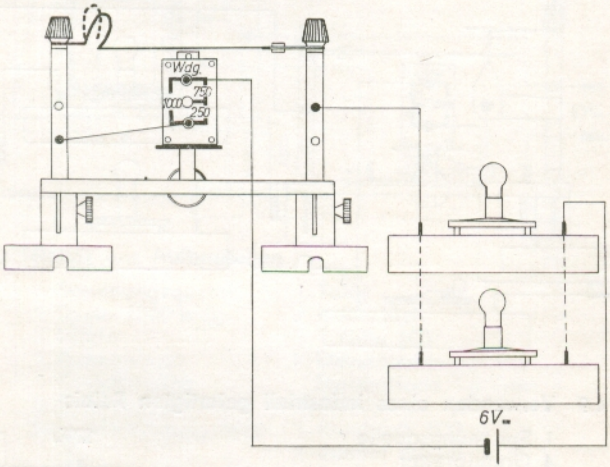
1 Spannungsquelle
4 Grundbretter
1 Relais
1 Glühlampe 1,8 V
1 Elementenhalter mit Stabbatterie 1,5 V⎓
1 Hebelschalter
Satz Verbindungsleiter



4.10 Magnetische Sicherung

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg
1 I-Kern
2 Grundbretter
2 Isolierstiele
2 T-Füße (O)
1 Blattfeder (K)
2 Glühlampen 6 V
1 Rundtisch (O)
1 Auflagebrett
1 Stahldraht (x)
1 dünner Nagel (x)
Satz Verbindungsleiter

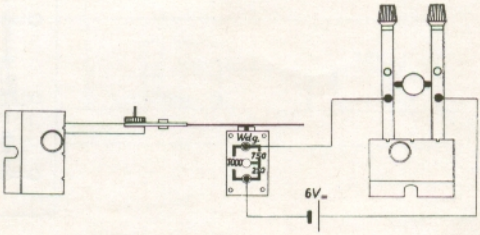
Bemerkung: Der Drahtbügel wird nach vorn gebogen, so daß er gegen die Vorderkante der Blattfeder drückt. Wird die Blattfeder vom I-Kern angezogen, so springt der Drahtbügel zurück, und der Kontakt ist unterbrochen.



4.11 Telefon – Mikrofon

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 I-Kern
2 Isolierstiele
2 T-Füße (O)
1 Blattfeder (K)
1 Linealhalter (M)
1 Kohlestift (x)
1 Kartonscheibe (x)
1 dünner Nagel (x)
Satz Verbindungsleiter

Bemerkung: Der Kohlestift muß locker in den beiden Bohrungen der Isolierstiele liegen. Spricht man gegen die aufgeleimte Kartonscheibe, so schwingt die Blattfeder im gleichen Rhythmus.

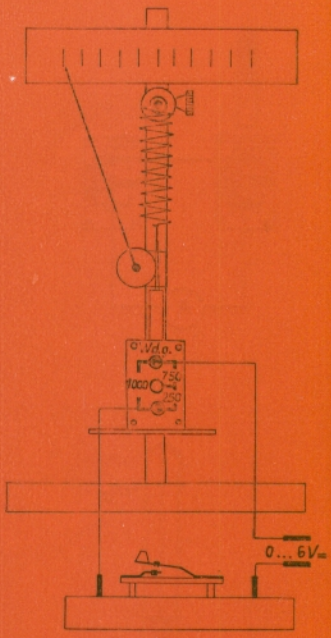


5. Elektrische Meßgeräte

5.1 Tauchkernamperemeter

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 Grundbrett
1 Taste
1 Diahalter (O)
Satz Verbindungsleiter
1 V-Fuß
1 Stativstab, 50 cm
3 Universalmuffen
(M)

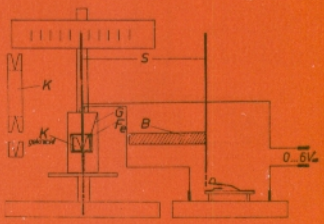
1 Eisenquader
1 Zeigerwalze
1 Rolle, 40 cm
1 Skale
1 Feder
1 Schnur
2 Achszapfen
(M)



5.2 Dreheisenamperemeter

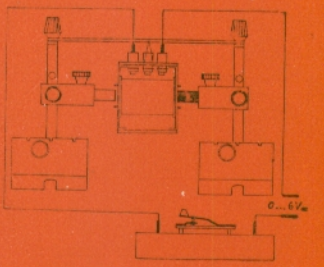
1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 Grundbrett
1 Taste
1 Eisenstab (Achszapfen) Fe
1 Gummiring G
1 Kartonstreifen (x) K
1 Blechstreifen (x) B

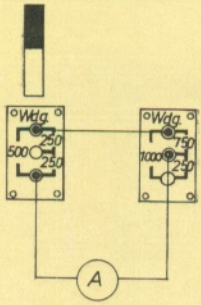
1 Strohhalm S
1 V-Fuß
1 Stativstab, 50 cm
1 Universalmuffe
1 Skale
(M)
1 Diahalter (O)
Satz Verbindungsleiter

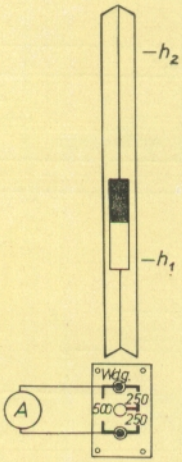


5.3 Drehspulamperemeter

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 I-Kern
1 Grundbrett
1 Taste
2 Isolierstiele
2 T-Füße (O)
2 Universalmuffen (M)
2 Rundstabmagnete
1 Leiste (x)
1 Schnur (x)
Satz Verbindungsleiter







6. Induktion

6.1 Abhängigkeit der Induktionsspannung

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
2 Spulen 500 Wdg.
1 Stativstab 25 cm (M)
1 Rundstabmagnet
Satz Verbindungsleiter

1 Meßinstrument (< 1 mA), Polvzet umgeschaltet auf Polbestimmung

	Wdg.	in Reihe mit	Skalenteile	
a)	250	750		
	500	750		
	750	250		
	1000	—		
b)	500			Rundstab-Elektromagnet
c)	500			
	h_1			
	h_2			
d)	500			
	2 x 250			

a) von der Windungszahl der Spule

b) von der Stärke des Magnetfeldes des Elektromagneten (aus Spule u. Stativstab zusammengesetzt)

c) von der Zeit der Feldänderung
Spule 500 Wdg., Magnet in einem gefalzten Kartonstreifen aus verschiedenen Höhen herabgleiten lassen.

Bemerkung: Weiche Unterlage verwenden!

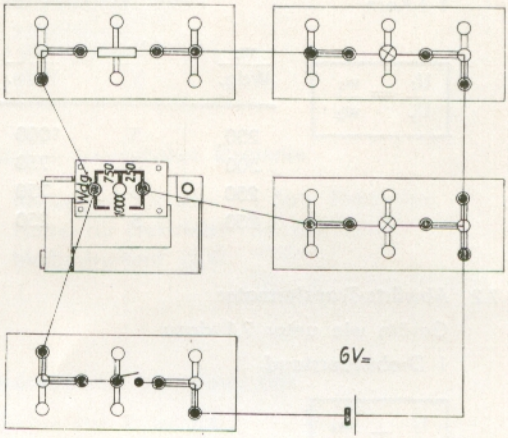
d) von der Größe der Windungsfläche
Spule 500 Wdg. – 2 Spulen 250 Wdg. übereinander.

Bemerkung: Bei der Versuchsreihe a) werden immer zwei Spulen in Reihe geschaltet, damit der Stromkreis etwa den gleichen Widerstand besitzt.

6.2 Selbstinduktion beim Einschaltvorgang

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 I-Kern
1 U-Kern
4 Grundbretter

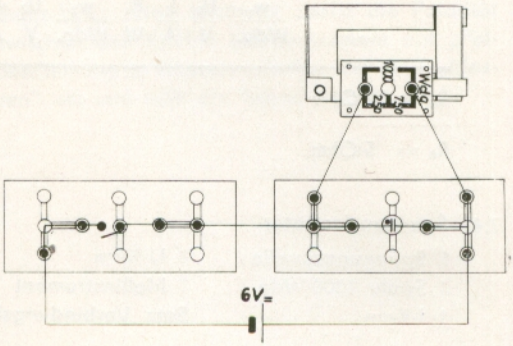
1 Taste
2 Glühlampen 6V, 0,1A
1 Widerstand 51 Ohm
Satz Verbindungsleiter

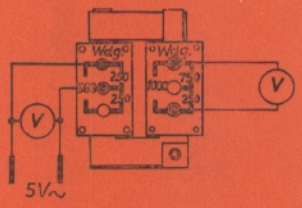


6.3 Selbstinduktion beim Abschaltvorgang

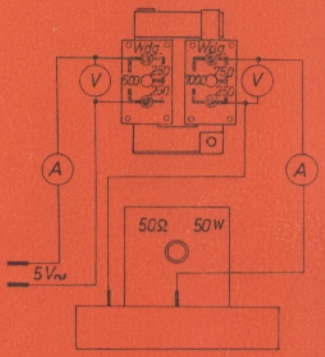
1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 I-Kern
1 U-Kern

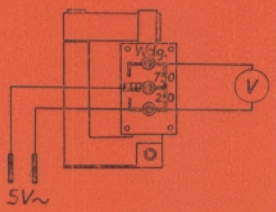
2 Grundbretter
1 Taste
1 Glimmlampe E 10 (x)
Satz Verbindungsleiter





w_1 Wdg.	U_1 V	I_1 A	w_2 Wdg.	U_2 V	I_2 A
500			250		
1000			500		
1000			750		





7. Transformatoren

7.1 Aufwärts-Transformator

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 Spule 500 Wdg.
1 I-Kern
1 U-Kern
2 Meßinstrumente (5 V, 50 V)
Satz Verbindungsleiter

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{w_1}{w_2}$$

w_1 Wdg.	U_1 V	w_2 Wdg.	U_2 V
250	5	1000	
500	5	750	
250	5	750	
250	5	250	

7.2 Abwärts-Transformator

Geräte wie unter 7.1 dazu
1 Drehwiderstand

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{w_1}{w_2}$$

7.3 Abhängigkeit der Leistung eines Transformators von der Belastung

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 Spule 500 Wdg.
1 I-Kern
1 U-Kern
1 Drehwiderstand
2 Meßinstrumente
Satz Verbindungsleiter

	w_1 Wdg.	U_1 V	I_1 A	P_1 W	w_2 Wdg.	U_2 V	I_2 A	P_2 W
R_a = 50 Ohm								
.....								
R_a = 5 Ohm								

7.4 Spartransformator

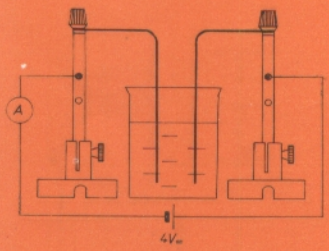
1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 I-Kern
1 U-Kern
1 Meßinstrument (50V)
Satz Verbindungsleiter

8. Chemische Wirkung

8.1 Leitfähigkeit wässriger Lösungen

1 Spannungsquelle
2 Isolierstiele
2 T-Füße (O)
2 Drahtstücke (x)
1 Meßinstrument ($\leq$ 100 mA)

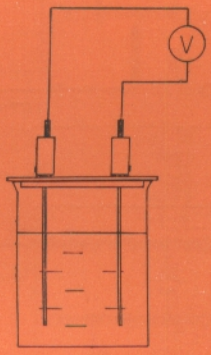
1 Becherglas
Salz, Essig u. ä.
Satz Verbindungsleiter



8.2 Aufbau galvanischer Elemente

1 Becherglas 250 ml
1 Halter für Elektroden
1 Meßinstrument (5 V)

1 Satz Elektroden
Schwefelsäure, verdünnt
Satz Verbindungsleiter

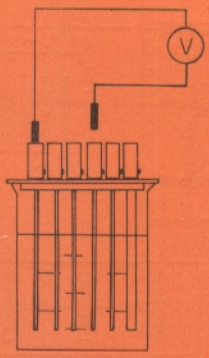


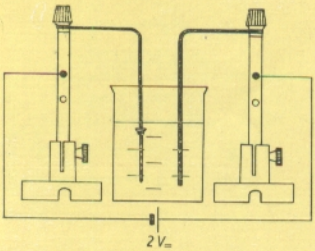
8.3 Elektronische Spannungsreihe

Geräte wie unter 8.2

U/V	Cu	Al	Fe	Zn	Pb	Kohle
Cu	—			-1,1	-0,5	
Al		—				
Fe			—			
Zn				—	+0,6	
Pb					—	
Kohle						—

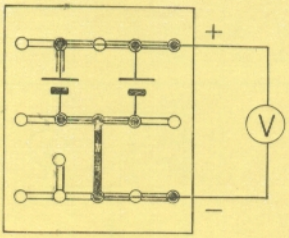
Bemerkung: Man bestimmt zuerst die Polarität zwischen den Stoffen (Meßinstrument auf „Polbestimmung"). Danach schaltet man auf „Messen" um und mißt die Spannungen.





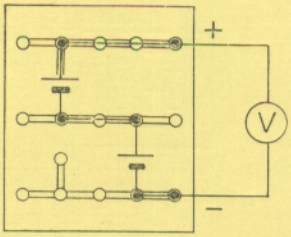
8.4 Verkupfern eines Nagels

1 Spannungsquelle
2 Isolierstiele
2 T-Füße (O)
1 Kupferdraht, stark (x)
1 Drahtstück (x)
1 Nagel (x)
1 Becherglas
Kupfersulfat
Satz Verbindungsleiter



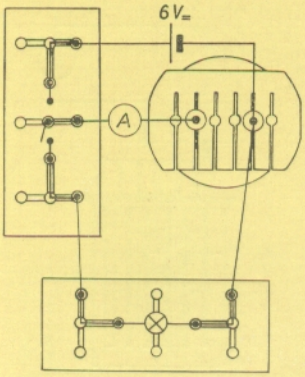
8.5 Parallel- und Reihenschaltung von Elementen

2 Elementenhalter mit Stabbatterie 1,5 V=
1 Grundbrett 5-buchsig (HF)
1 Meßinstrument (5 V)
Satz Verbindungsleiter



8.6 Laden und Entladen eines Blei-Akkumulators

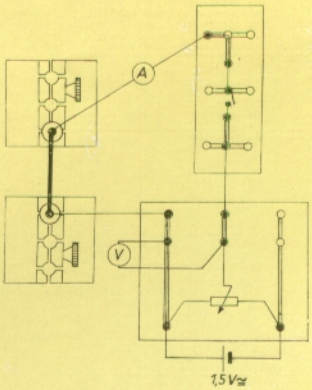
1 Spannungsquelle
1 Halter für Elektroden
1 Becherglas
2 Grundbretter
1 Hebelumschalter
1 Glühlampe 1,8 V=
2 Blei-Elektroden
1 Meßinstrument (500 mA)
Schwefelsäure, verdünnt
Satz Verbindungsleiter



9. Wechselstromkreis

9.1 Der induktive Widerstand

1 Spannungsquelle
2 Grundbretter
1 Elementenhalter mit Stabbatterie 1,5 V=
1 Drehwiderstand
1 Eisenstab (M)
5 m Kupferdraht, isol. (x)
2 Isolierstiele
2 T-Füße (O)
1 Taste
2 Meßinstrumente (5 V, 2,5 A)
Satz Verbindungsleiter



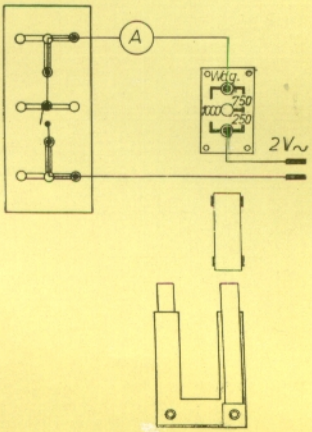
Vergleich Gleichstrom – Wechselstrom

a) Gleichstromkreis, gestreckter Leiter

b) Gleichstromkreis, Spule (Kupferdraht um den Eisenstab wickeln)

c) Wechselstromkreis, gestreckter Leiter

d) Wechselstromkreis, Spule



Bemerkung: Beim Versuch a) und b) ist unbedingt mit „idealem" Gleichstrom (Stabbatterie) zu arbeiten, da die geringe Welligkeit des Gleichstromteiles des Stromversorgungsgerätes bei diesen Versuchen bereits einen induktiven Widerstand bewirkt.

9.2 Abhängigkeit des induktiven Widerstandes

1 Spannungsquelle
1 Spule 1000 Wdg.
1 U-Kern
1 I-Kern
1 Grundbrett
1 Taste
1 Meßinstrument (500 mA)
Satz Verbindungsleiter

	I / mA	U / V	R / Ohm
Spule 1000 Wdg. mit I-Kern mit geschl. Kern			

ERWIN PAHL KG

112 BERLIN–WEISSENSEE

Heinersdorfer Straße 4/6 Fernruf 56 38 32

(138) Buchdruckerei H. Wende, Dimitroffstr. 48 *Bw 582 68 1*